云　南　植　物　研　究　2005, 27 (5): 471～478
Acta Botanica Yunnanica

怪柳科系统学研究中一些问题探讨

张道远
(中国科学院新疆生态与地理研究所吐鲁番沙漠植物园, 新疆 乌鲁木齐　830011)

摘要: 综合多方面研究结果, 对柽柳科系统学研究中的一些问题, 包括科的系统位置、属的划分及分化进行了探讨, 认为: 柽柳科和瓣鳞花科 (Frankenaceae) 构成姊妹类群, 同属于石竹目或石竹亚纲; 基于形态和分子证据, 认为红砂属归入琵琶柴属、山柽柳属独立成属更为合理, 但山柽柳属是否为杂交属尚需进一步研究。柽柳科包括红砂族 (仅包括琵琶柴属) 和柽柳族 (包括柽柳属、山柽柳属、水柏枝属), 柽柳属联结红砂族和柽柳族。

关键词: 柽柳科; 系统学; 山柽柳属; 红砂族; 柽柳族
中图分类号: Q 949　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 0253-2700 (2005) 05-0471-08

Discuss on Some Systematical Problems of Tamaricaceae

ZHANG Dao-Yuan
(*Turpan Eremophytes Botanical Garden*, *Xinjiang Institute of Ecology and Geography*, *Chinese Academy of Sciences*, Urumqi 830011, China)

Abstract: In this paper, some systematical problems, including the classification, differentiation, and systematic relationships between genera of Tamaricaceae, are discussed. Tamaricaceae, together with the family Frankenaceae as sister group, is positioned in the Caryophyllales or Caryophyllidae of the Angiospermae. Based on morphological and molecular evidences, we give support to include *Hololachna* within the genus *Reaumuria*, and the establishment of the genus *Myrtama* Ovcz. & Kinz. Tamaricaceae is composed of two tribes: Trib. Reaumurieae Niedenzu and Trib. Tamariceae Niedenzu (including *Tamarix*, *Myrtama* and *Myricaria*), with the genus *Tamarix* as evolutionary intermediate.
Key words: Tamaricaceae; Systematics; *Myrtama*; Trib. Reaumurieae; Trib. Tamariceae

柽柳科 (Tamaricaceae) 是一类起源古老的木本植物类群 (中国科学院新疆综合考察队, 中国科学院植物研究所主编, 1978), 主要分布于旧大陆草原和荒漠地区 (张鹏云和张耀甲, 1990)。该科植物多数种抗旱、耐盐、耐高温, 是干旱、半干旱地区防风、固沙造林和水土保持的优良树种。除具有显著的生态学意义外, 柽柳科作为古地中海区旱生植物区系的代表类群 (吴征镒, 1979), 对该科系统演化进行研究, 可能会对环境演变及荒

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目 (KZCX3-SW-343) 及中国科学院新疆生态与地理研究所前沿领域项目
收稿日期: 2005-02-16, 2005-06-08 接受发表
作者简介: 张道远 (1973-) 女, 副研究员, 博士, 主要从事分子生物学研究及植物资源保护。
E-mail: Daoyuanzhang@163.net

漠植物区系的形成提供新的佐证。

长期以来，该科的分类系统较为混乱，包括 3～5 属 100 余种 (张鹏云和张耀甲，1990；Ovczhinnikov and Kinzikaeva，1977；Qaiser and Ali，1978；Gaskin 等，2003)。《中国植物志》根据 Maximowicz (1889) 的意见，将柽柳科划分为两族 3 属：红砂族 Trib. Reaumurieae Niedenzu (将红砂属 *Hololachna* 并入琵琶柴属 *Reaumuria* L.) 及柽柳族 Trib. Tamariceae Niedenzu (包含柽柳属 *Tamarix* L. 和水柏枝属 *Myricaria* Desv.)。我国的柽柳属植物种类丰富 (18 种 2 个变种)，且特有种多、分布广泛、变异复杂，是柽柳属植物的次级起源中心和分布中心 (刘铭庭，1995)；同时，以青藏高原为主体的喜马拉雅及其邻近地区是水柏枝属的发生和分布的中心，集中了世界 13 种中的 10 种，且特有种多，占本属的 46% (张鹏云和张耀甲，1984)。前期工作中，在国家自然科学基金及相关项目的资助下，项目组对柽柳科进行了包括形态学 (表征形态、孢粉学、解剖学、分支分类) (翟诗虹等，1983；张元明等，1998，2001；张道远等，2003 a, b；张道远，2004)、分子系统学 (张道远等，2000；Gaskin 等，2004；华丽等，2004) 和植物地理学 (张道远等，2003a) 在内的系统研究。随着研究的不断开展，我们强烈意识到柽柳科系统学研究中尚有一些问题有待于综合多方面证据进行综合分析。本文即在前期研究工作基础之上，综合大量文献资料，对柽柳科系统学研究中的一些问题，包括科的系统位置、科内属的划分及分化进行综合探讨。

1 柽柳科在被子植物中的系统学位置

柽柳科在被子植物中的系统位置存在较多争议。曾有学者认为柽柳科起源古老，代表了古老的被子植物起源类型，应与榆科 (Ulmaceae)，杨柳科 (Salicaceae) 及大风子科 (Flacouriaceae) 一起置于整个被子植物系统树的基部 (Croizat，1960)。另有一些学者将其归为伞形目 (Rutiflorae) (Caruel，1881)、藤黄目 (Guttiferales) (Crins，1989)、侧膜胎座目 (Parietales) (Crins，1989) 或堇菜目 (Voilales) (Cronquist，1988；Thorne，1992)。最近的研究中，侧膜胎座目各科被重新分置，柽柳科连同瓣鳞花科 (Frankenaceae) 被放置于一个新建的目——柽柳目 (Tamaricales) (Takhtajan，1997)，该观点得到吴征镒等 (2003) 的认同，并认为柽柳目紧跟在杨柳目的后面，柽柳科可能起源于或和刺篱木科 (Flacourtiaceae) 共同祖先，但它更适应于草原、荒漠环境，而且显然起源于稍后起的古地中海区。

近 20 年来，分子技术也用于柽柳科系统位置研究中，并得到如下结论：a. 柽柳科隶属于石竹目 Caryophyllales。APG 小组 (1998，2003) 将柽柳科放置于石竹目，认为瓣鳞花科是柽柳科的姊妹类群，并且与 Droseraceae，Plumbaginaceae 和 Polygonaceae 等科较为近缘；b. 柽柳科隶属于石竹亚纲 Caryophyllidae。Fay 等 (1997)，Lledó 等 (1998) 及 Nandi 等 (1998) 基于叶绿体 *rbc*L 序列，Meimberg (2000) 基于 *mat*K 序列认为柽柳科隶属于石竹亚纲，并与瓣鳞花科构成姊妹类群 (图 1)。此外，Cuénoud 等 (2002) 利用 18S rDNA，*rbc*L，*atp*B 和 *mat*K 联合序列也支持柽柳科隶属于石竹亚纲。

可见，基于 DNA 序列性状对柽柳科进行系统学研究所得结论与基于经典形态性状所得的结论不尽吻合。基于 DNA 序列性状，尽管所采用序列片段不同，却得到了相同或相似的结果，即柽柳科与瓣鳞花科的关系密切，同属于石竹目或石竹亚纲。

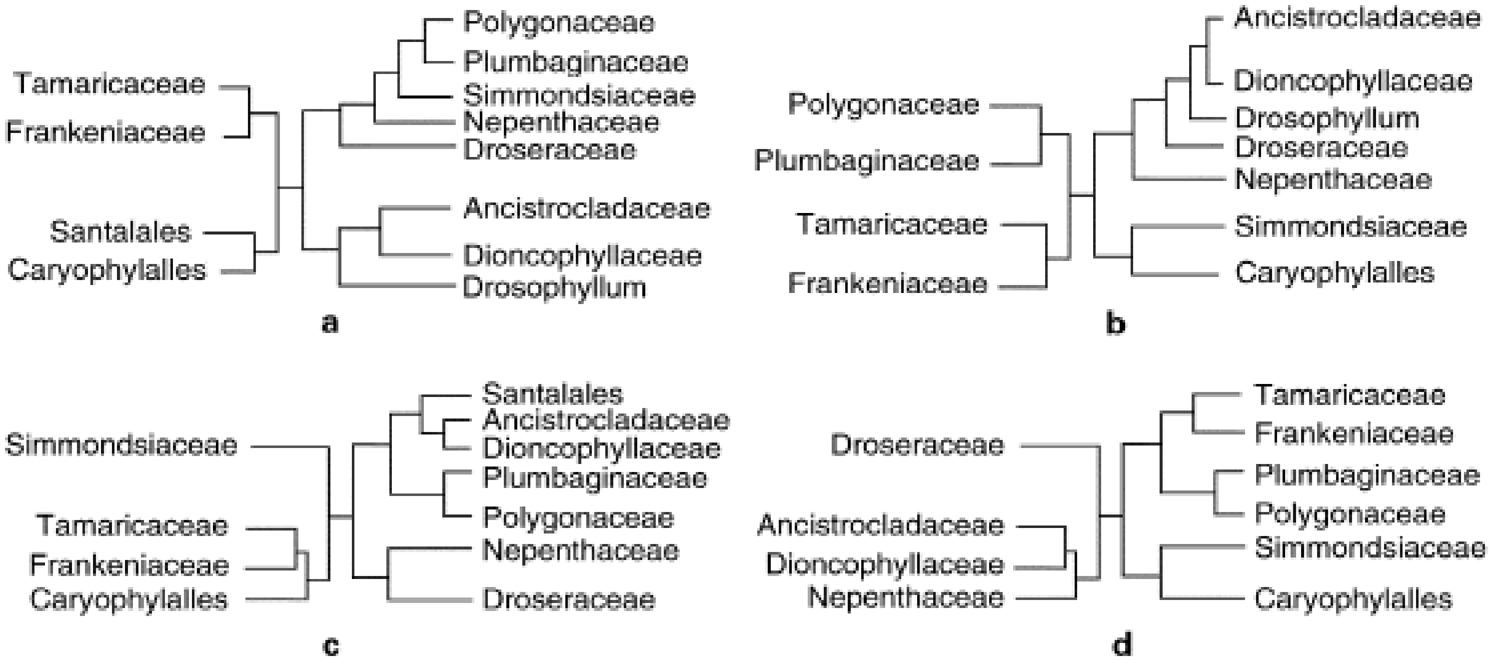

图 1　石竹亚纲各科系统学关系的简单图示。a，b，c **为基于** *rbc*L **序列构建的树** (a . Fay *et al*，1997；b . Lledo *et al*，1998；c . Nandi *et al*，1998)；d **为基于** *mat*K **序列构建的树** (Meimberg，2000)

Fig . 1　Sketch map of systematic relatioship between Tamaricaceae and other families in Caryophyllidae

2　柽柳科的分化和系统关系

柽柳科属的划分存在较多争议。不同学者根据不同证据，将柽柳科划分为 3～5 **属** (**表** 1)。

表 1　柽柳科内分类学等级划分不同观点的比较

Table 1　Different opinions on the genus level division of Tamaricaceae

分类系统	属名	代表人物
三属系统	琵琶柴属 (*Reaumuria*)；柽柳属 (*Tamarix*)；水柏枝属 (*Myricaria*)	Desvaux (1824)；Maxim (1889) 《苏联植物志》(1949)；《中国植物志》(1990)
四属系统 (I)	琵琶柴属 (*Reaumuria*)、红砂属 (*Hololachna*) } 红砂族 (Reaumurieae) 柽柳属 (*Tamarix*)、水柏枝属 (*Myricaria*) } 柽柳族 (Tamariceae)	Ehrenberg (1827)；Benthan and Hooker (1862) Niedenzu (1895，1925)
四属系统 (II)	琵琶柴属 (*Reaumuria*)；柽柳属 (*Tamarix*)；山柽柳属 (*Myrtama*)；水柏枝属 (*Myricaria*)	Ovcz and Kinz (1977)；Qaiser and Ali (1978) 张元明等 (1998)
五属系统	琵琶柴属 (*Reaumuria*)；红砂属 (*Hololachna*)；柽柳属 (*Tamarix*)；山柽柳属 (*Myrtama*)；水柏枝属 (*Myricaria*)	Gaskin 等 (2004)

由上表可见，争议的焦点主要集中在：红砂属是否成立？山柽柳属是否成立？

2.1　红砂属的确立与否

Ehrenberg **于** 1827 **年建立了红砂属，并指出红砂属植物子房** 2～4 **室，**2～4 **个狭尖之柱头，雄蕊** 8～10 **个，不同于琵琶柴属植物子房** 5 **室，**5 **个丝状柱头，雄蕊** 5～**多数。**Takhtajan (1997) **根据红砂花数少** (7～10) **而花柱数多** (7～10)，**以及其他细微特征，如叶形、花大小、蒴果形状等，同意将** *Hololachna* **分出独立成属。而更多学者不同意成立红砂属，将红砂属视为琵琶柴属的异名** (Schiman-Czeika，1964；Mabberly，1993，Gaskin，2003；**吴征镒等**，2003)。

Gaskin **等** (2004) **通过对** nrDNA 18S **和** cpDNA *rbc*L **序列联合数据的系统分析，构建了唯一最简约系统树** (**图** 2)。

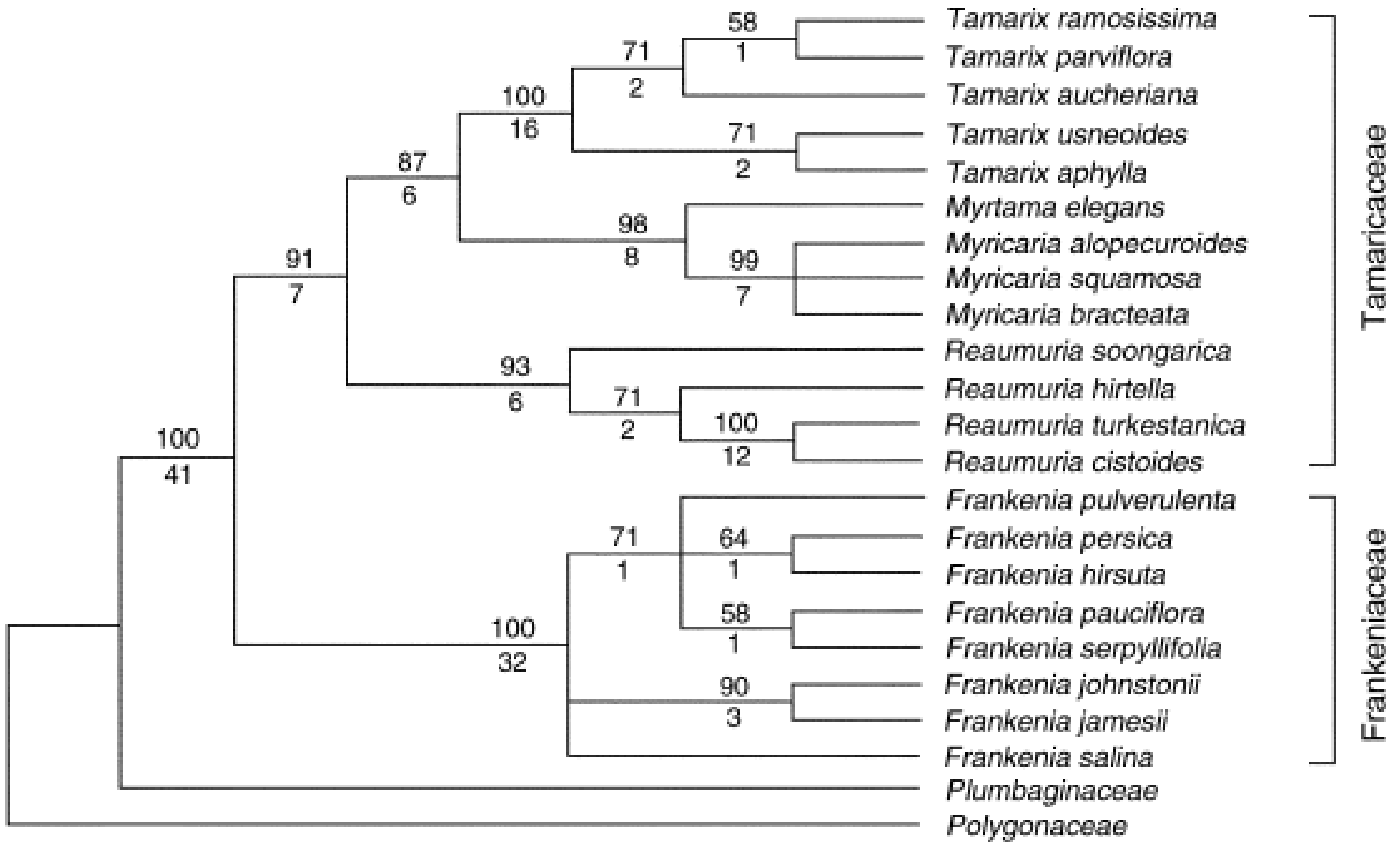

图 2 基于核核糖体 DNA18S 和叶绿体 DNA *rbc*L 序列构建的严格一致性最简约系统树，步长 = 417，CI = 0.719，RI = 0.895。分枝上的数字代表靴带支持率，分枝下的数字代表分枝的长度（Gaskin 等，2004）

Fig. 2 Strict consensus cladogram from the combined 18S nrDNA and *rbc*L cpDNA data set. Represents one of four most parsimonious trees，417 steps in length，RI = 0.895. With the uninformative characters excluded，CI = 0.719. Bootstrap percentages are above branches and decay values below (Gaskin *et al*，2004)

由该系统树可见，琵琶柴属 3 种植物形成单系类群，而红砂（*Reaumuria soogarica*）与琵琶柴属构成姐妹群关系，共同形成一单系分支，并得到 93% 的靴带支持率。此外，琵琶柴属植物种间的遗传距离为 0.002～0.017，红砂与琵琶柴属不同种间的遗传距离 0.021～0.022，两者较为接近。Gaskin 等（2004）依据红砂位于琵琶柴属单系类群之外，以及独特的形态特征，支持成立红砂属。而笔者以为，红砂与琵琶柴属植物形成单系分支并得到高的支持率，说明两者关系很近，将红砂属归并入琵琶柴属更为合理。

2.2 山柽柳属的成立与否及系统学位置

秀丽水柏枝（*Myricaria elegans* Royle）的归属及系统位置已争论了近半个世纪。秀丽水柏枝主要分布于我国西藏西南部的阿里地区、新疆西南部（叶城）以及毗邻的印度、巴基斯坦及克什米尔地区，生于海拔 3 000～4 300 m 的河岸、湖边砂砾及河滩（张鹏云和张耀甲，1984）。由于该种同时具有水柏枝属和柽柳属的形态特征，其系统学位置争议颇多。自 1835 年 Royle 命名秀丽水柏枝后，Baum 于 1978 年将该种移入柽柳属内并更名为拉达克柽柳（*Tamarix ladachensis* Baum），Ovczinnikov 和 Kinzikaeva（1977）将其新建立一属：山柽柳属（*Myrtama* Ovcz. & Kinz.），Qaiser 和 Ali（1978）也基于该种建立一新属：*Tamaricaria* Qaiser & Ali，根据国际植物命名法规，*Tamaricaria* 实为 *Myrtama* 的异名，但由学名组成可看出，山柽柳属 *Myrtama*（或异名 *Tamaricaria*）与柽柳属（*Tamarix*）和水柏枝属（*Myricaria*）有密切关系，似乎是两者的杂交属。该观点得到吴征镒等（2003）的认同，认为该属由柽柳属和水柏枝属杂交形成，

所建立的属为杂交属（× *Myrtama* = × *Tamaricaria*，称为“水柏柽”)。张元明等（1998）根据种子及花粉形态特征支持成立山柽柳属。而国内的张鹏云和张耀甲（1984)、汤彦承(1986)、席以珍（1988）从形态学、孢粉学角度仍赞同将秀丽水柏枝置于水柏枝属内，但认为该种的确存在不少中间性状，可能是柽柳属和水柏枝属进化上的联系环节。

由 Gaskin 等（2004）基于多基因片段联合序列构建的系统树可见（图 2)，水柏枝属 3 种植物形成单系类群，秀丽水柏枝与水柏枝属构成姐妹群关系，共同形成一单系分支，并得到 98% 高的靴带支持率。然而秀丽水柏枝与水柏枝属植物间的遗传距离（0.012～0.013）远大于水柏枝属植物种间遗传距离（0.001～0.002)，因此，Gaskin 等（2004）支持成立山柽柳属；华丽等（2004）对柽柳科 21 种代表植物的 DNA ITS 序列进行分析，并基于秀丽水柏枝与水柏枝属植物间遗传距离为 0.0076～0.011，小于属内种间变异范围 0.012～0.102 而不同意成立山柽柳属。在华丽等（2004）数据基础之上，作者又补充了 *M*. *alopecuroides* 的 ITS 数据，并对分子数据和形态数据进行联合分析（有关形态性状的选取和数据矩阵见后续文章报道)。通过 DNA ITS 序列分析，发现柽柳科属内不同种间序列特征（如序列长度、G + C 含量）及种间遗传距离等极其相似，秀丽水柏枝序列长度、G + C 含量介于两属之间，与水柏枝属不同种间遗传距离为 0.051～0.056，大于水柏枝属种间 0.015～0.025 的遗传变异范围，与柽柳属种间遗传距离为 0.204～0.216，远大于柽柳属种间遗传变异 0.015～0.028 的范畴。此外，由基于 DNA ITS 序列构建的系统树可见（图 3)，柽柳属植物构成一单系分支，另一个为秀丽水柏枝 - 水柏枝属类群分支，并得到 100%的靴带支持率；而由形态性状构建的系统树中（图 4)，秀丽水柏枝与柽柳属植物聚为一支，并得到 67%的支持率。可见，秀丽水柏枝的确存在着许多不同于柽柳属和水柏枝属的形态和分子变异。

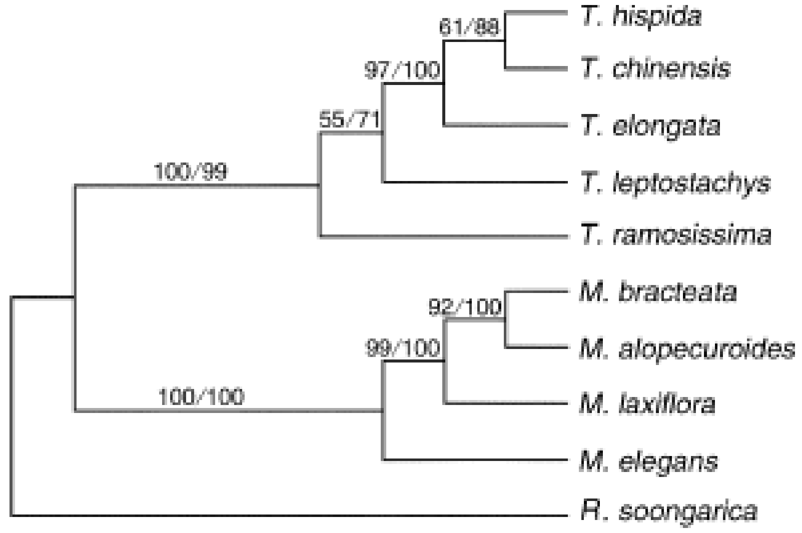

图 3 基于 ITS 序列构建的柽柳科系统树。分枝上数字分别靴带支持率和贝叶斯推论得到的后验概率值。红砂为外类群

Fig . 3 The same topological phylogenetic tree of Tamaricaceae based on ITS sequences . The numbers above branches indicate bootstrap values and posterior probabilities generated by Bayesian Inference method, respectively

那么，基于秀丽水柏枝而建立的山柽柳属是否成立呢？

从形态上看，柽柳属雄蕊 4～14（常 4～5)，花丝分离，水柏枝属雄蕊 10 数，花丝中部以上结合成单体雄蕊，而秀丽水柏枝雄蕊 10 数，花丝分离或仅基部结合；柽柳属雌蕊具短花柱，水柏枝属雌蕊花柱无柄，而秀丽水柏枝具短的柱头。此外，柽柳属植物种子顶端和芒柱被毛，水柏枝属植物仅芒柱一半以上被毛，而秀丽水柏枝种子基部（仅 0.4 mm）以上被毛，说明从形态上，秀丽水柏枝表现出明显的由柽柳属向水柏枝属进化过程中的“过渡性”性状。此外，从孢粉角度看，柽柳属花粉外壁具网状纹饰，网眼为圆形，多数规则，水柏枝属植物的花粉外壁具穴状纹饰或小疣状突起，而秀丽水柏枝为粗网状纹饰且网眼为不规则多角形（张元明等，2001)；从植物化学角度看，秀丽水柏枝具有一种不知名的氨基酸‘C’，

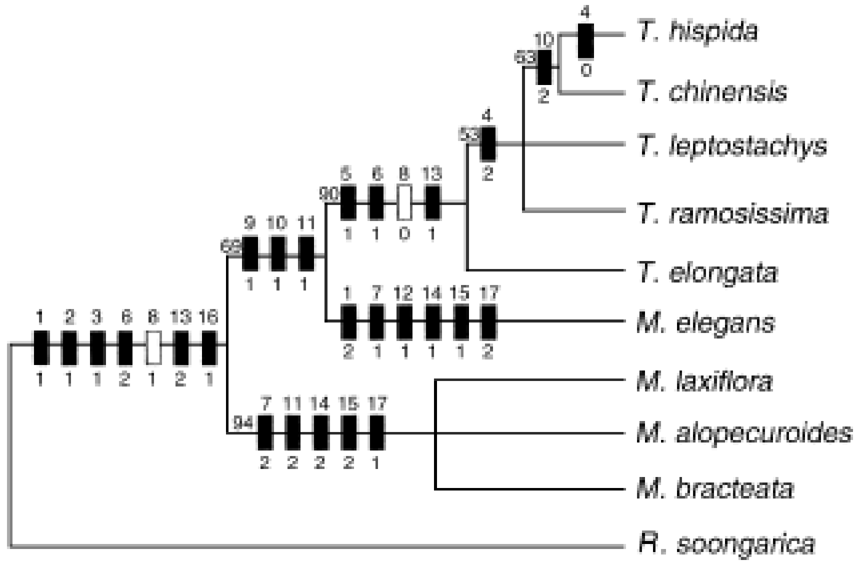

图 4 由形态学性状构建的柽柳科最简约系统树。靴带支持率标于分支上，形态特征由方柱表示，黑色方柱表示同源性状，无色方柱表示非同源状；性状序列标于方柱上方，性状特性标于方柱下方。红砂为外类群

Fig. 4 Single most parsimonious tree for the Tamaricaceae based on morphological characters with *R. soongarica* as the designated outgroup. Multi-state characters treated as unordered. Length is 26 steps, with CI = 0.962, RI = 0.969. Bootstrap values are indicated at base of each clade. The distribution of morphological characters is shown with boxes. Character numbers are indicated above boxes and characters states indicated below boxes

却不具有在柽柳属中普遍存在的鞣花酸，及在水柏枝属中普遍存在的 anthocyanadin (Qaiser and Ali, 1978)。说明秀丽水柏枝亦存在许多独特性状。

基于秀丽水柏枝的确存在许多不同于柽柳属和水柏枝树的形态及分子性状，我们初步认为：将秀丽水柏枝独立成属，即建立山柽柳属，似乎更为合理。但秀丽水柏枝具有明显的“过渡性”形态性状，难怪吴征镒等 (2003) 认为该属为杂交属。有关秀丽水柏枝杂交起源及山柽柳属是否为杂交属，尚需结合更多的形态证据及其他分子标记技术，进行更深入的综合分析。

2.3 柽柳科的分化及系统学关系

由上所述，综合各方面证据，我们认为柽柳科包含 4 属：琵琶柴属 (*Reaumuria*)、柽柳属 (*Tamarix*)、山柽柳属 (*Myrtama*) 及水柏枝属 (*Myricaria*)。其中，琵琶柴属植物聚为一支，组成红砂族 (图 2)，而后 3 属形成单系分支 (图 2)，同属于柽柳族。那么，柽柳科的分化及属间系统演化关系如何？

从该科植物花的形态特征来看，琵琶柴属植物花单生于侧枝上或生于缩短的小枝上，少数集成稀疏的总状花序。柽柳属、山柽柳属和水柏枝属植物的花集成总状花序或圆锥花序，而非单生。一般而言，花单生较形成复杂花序原始。另外，琵琶柴属植物种子具内胚乳，而柽柳属、山柽柳属和水柏枝属植物的种子不具胚乳，而具胚乳的种子较缺乏胚乳的种子原始。此外，种子表皮毛着生类型演化趋势为：种子全面被毛→种子顶端和芒柱被毛→仅芒柱被毛 (张元明等，1998)，而琵琶柴属植物种子全面被毛，柽柳属植物种子中部以上或顶端被毛，而山柽柳属和水柏枝属植物仅芒柱被毛。说明琵琶柴属较为原始，而柽柳属、山柽柳属、水柏枝属较为进化。

从区系的发生与形成来看，红砂及琵琶柴属于白垩纪、老第三纪孑遗的特有植物 (侯学煜，1987)，可以设想在第三纪前期和白垩纪，在古地中海存在时，可能存在过一个相当长的干热时期，红砂及琵琶柴群落就是在这样一个背景下形成的 (雍世鹏，1990)，这些充分说明其发生的古老性。而柽柳属起源于老第三纪古热带成分盛行的始新式，并且在第四纪得到充分的发展 (张道远，2004)。另外，山柽柳属、水柏枝属植物为温带高山属，我国以青藏高原为主体的喜马拉雅及其邻近地区集中了 2 属大多数的种类，且特有种多，证明喜马拉雅是山柽柳属和水柏枝属发生和分布的中心 (张鹏云和张耀甲，1984)，而青藏高原的隆起始于第四纪中新世至上新世 (李克让，1992)。所以，山柽柳属、水柏枝属的发生可能相对是比较晚的。

综合多方面证据，对柽柳科系统演化形成如下一些认识：

(1) **柽柳科和瓣鳞花科构成姊妹类群，同属于石竹目或石竹亚纲。**

(2) **同意红砂族和柽柳族两族的分类学处理意见，红砂族包括琵琶柴属（将红砂属归并入琵琶柴属），柽柳族包括柽柳属、山柽柳属和水柏枝属。并且认为红砂族较为古老，柽柳族较为进化，由红砂族演化出柽柳族。**

(3) **柽柳属联结红砂族和柽柳族。国外曾有学者对大果柽柳（*Tamarix macrocarpa*）的种子发育作过观察（Baum，1978），发现在其种子发育的早期阶段，种子近一半被表皮毛所覆盖，与琵琶柴属植物的种子十分相似。随着种子的不断成熟，表皮毛逐渐移向种子顶端。结合该种的个体发育过程以及柽柳科植物种子被毛情况，我们推断柽柳科植物种子在系统发育的早期阶段是全面被毛或部分被毛的。而柽柳属植物种子表皮毛着生方式不尽相同，存在许多过渡类型，如异花柽柳、刚毛柽柳等种表皮毛着生在种子表面较大区域内，种子顶端不缢缩，芒柱较短，与琵琶柴属植物在某种程度上相似；而多枝柽柳、细穗柽柳等种，表皮毛只着生在种子顶端很小的区域内，数量多，芒柱较长，与山柽柳属、水柏枝属植物在某种程度上十分相似（张元明等，1998）。柽柳属植物种子的表皮毛着生方式表现出明显的过渡类型，从着生在种子表面较大区域向仅着生在种子顶端转化，属内进化趋势明显，因而推断柽柳属是进化上联系琵琶柴属、山柽柳属和水柏枝属的中间环节。**

(4) **初步同意成立山柽柳属的观点。有关山柽柳属是否为杂交属尚需进一步深入研究。**

〔参 考 文 献〕

中国科学院新疆综合考察队，中国科学院植物研究所主编，1978．新疆植被及其利用［M］．北京：科学出版社，52

李克让，1992．中国气候变化及其影响［M］．北京：海洋出版社，53

刘铭庭，1995．柽柳属植物综合研究及大面积推广应用［M］．兰州：兰州大学出版社，158

汤彦承，1986．柽柳科［A］．西藏植物志（第3卷）［M］．北京：科学出版社

吴征镒，路安民，汤彦承等，2003．中国被子植物科属综论［M］．北京：科学出版社，496—499

张鹏云，张耀甲，1990．柽柳科．中国植物志（第50卷2期）［M］．北京：科学出版社，142—177

侯学煜，1987．中国温带干旱荒漠区植被地理分布［J］．植物学集刊，2：37—66

Angiosperm Phylogeny Group (APG), 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants [J]. *Ann Missouri Bot Gard*, 85 (4): 531—553

Angiosperm Phylogeny Group (APG), 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants [J]. *J Linn Soc Bot*, 141: 399—346

Baum BR, 1978. The Genus *Tamarix* [M]. Israel: The Israel Academy of Sciences and Humanities, Jerusalem, 162

Bentham G, Hooker JD, 1862. Genera Plantarum [M]. London

Caruel T, 1881. Systema novum regni begetabilis [J]. *Nuovo Giorn Bot Ital*, 13: 217—228

Crins WJ, 1989. The Tamaricaceae in the southeastern United States [J]. *J Arnold Arb*, 70: 403—425

Cronquist A, 1988. The Evolution and Classification of Flowering Plants [M]. 2nd ed. New York: New York Botanical Gardens

Cuénoud PV, Savolainen M, Powell, 2002. Molecular phylogenetics of the Caryophyllales based on combined analyses of 18S rDNA and *rbc*L, *atp*B and *mat*K sequences [J]. *Amer J Bot*, 89: 132—144

Desvaux M, 1824. Sur la nouvelle famille de plantes fondée sur le genre Tamarix [J]. *Ann Sci Nat Bot*, I, 4: 344—350

Ehrenberg CG, 1827. über die Manna-Tamariske nebst allgemeinen Bemerkungen über die Tamariscineen [J]. *Linnaea*, 2: 241—344

Fay MF, Cameron KM, Prance GT, *et al*, 1997. Familial relationships of *Rhabdodendron* (Rhabdodendraceae). Plastid *rbc*L sequences indicate a caryophyllid placement [J]. *Kew Bull*, 52 (4): 923—932

Gaskin JF, 2003. Tamaricaceae [A]. In K. Kubitzki, C. Bayer (editors), The Families and Genera of Vascular Plants [M]. Berlin: Springer-Verlag, 363—368

Gaskin JF, Ghahremani-Nejad F, Zhang DY, *et al*, 2004. An overview of Frankeniaceae and Tamaricaceae using nuclear rDNA and plastid sequence data [J]. *Ann Missouri Bot Gard*, 91 (3): 401—409

Hua L (**华丽**), Zhang DY (**张道远**), Pan BR (**潘伯荣**), 2004. Sequence analysis of the ITS region of nrDNA on Tamaricaceae from China and its systematic significance [J]. *Acta Bot Yunnan* (**云南植物研究**), 26 (3): 283—290

Lledo MO, Crespo MO, Cameron KM, *et al*, 1998. Systematics of Plumbaginaceae based upon analysis of *rbc*L sequence data [J]. *Syst Bot*, 23 (1): 21—29

Mabberly DJ, 1993. The Plant-Book [M]. New York: Cambridge University Press

Maximowicz CJ, 1889. Enumeratio Plantarum Hucusque in Mongolia necnon adjacente Parte [J]. *Turkestaniae Sinensis Lectarum*, 112—113

Meimberg H, 2000. Molecular phylogeny of Caryophyllidae s. l. based on matK sequences with special emphasis on carnivorous taxa [J]. *Plant Biol*, 2: 218—228

Nandi O, Chase MW, Endress PK, 1998. A combined cladistic analysis of angiosperms using *rbc*L and non-molecular data sets [J]. *Ann Missouri Bot Gard*, 79: 249—265

Niedenzu F, 1895. ‘Tamaricaceae’ [A]. In: A. Engler, K. Prantl, Nat ed. Pflanzenfamilien [M]. Ist ed., Vol **Ⅲ**, Part 6. Berlin, 296

Niedenzu F, 1925. ‘Tamaricaceae’ [J]. In: A. Engler, K. Prantl, Nat ed. Pflanzenfamilien [M]. 2st ed. Berlin, 282—289

Ovchinnikov PN, Kinzikaeva GK, 1977. *Myrtama* Ovcz. et Kinz [A]. gen nov.: The new genus from the family Tamaricaceae Link [J]. *Dolk Akad Nauk Tad Iksk*, 20: 54—57

Qaiser M, Ali SZ, 1978. *Tamaricaria-A* new genus of Tamaricaceae [J]. *Blumea*, 24 (1): 150—155

Royle JF, 1835. In Illustration of the botany and other branches of the natural history of the Himalayan mountains, and of the Flora of Cashmerer [M]. W. H. Aellen, Lodon. 214

Schiman-Czeika H, 1964. Tamaricaceae [A]. In Rechinger KH (ed.) Flora Iranica [M]. No. 4

Takhtajan A, 1997. Diversity and Classification of Flowering Plants [M]. New York: Columbia University Press

Thorne RF, 1992. Proposed new realignments in the angiosperms [J]. *Nordic J Bot*, 2: 85—117

Wu CY (**吴征镒**), 1979. The regionalization of Chinese flora [J]. *Acta Bot Yunnan* (**云南植物研究**), 1 (1): 1—22

Xi YZ (**席以珍**), 1988. Studies on the pollen morphology of Tamaricaceae from China [J]. *Bull Bot Res* (**植物研究**), 8 (3): 23—42

Yong SP (**雍世鹏**), 1990. Study on the basic characteristics of desert flora [J]. *Journal of Inner Mongolia University* (**内蒙古大学学报**), 21 (2): 241—247

Zhai SH (**翟诗虹**), Wang CG (**王常贵**), Gao XZ (**高信曾**), 1983. Study on the leaf structure of *Tamarix* L. [J]. *Acta Bot Sin* (**植物学报**), 25 (6): 519—525

Zhang DY (**张道远**), Chen ZD (**陈之端**), Sun HY (**孙海英**), *et al*, 2000. Systematic studies on some questions of Tamaricaceae based on ITS sequence [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (**西北植物学报**), 20 (3): 421—431

Zhang DY (**张道远**), Pan BR (**潘伯荣**), Yin LK (**尹林克**), 2003a. The photogeographical studies of *Tamarix* (Tamaricaceae) [J]. *Acta Bot Yunnan* (**云南植物研究**), 25 (4): 415—434

Zhang DY (**张道远**), Tan DY (**谭敦炎**), Zhang J (**张娟**), *et al*, 2003b. Comparative anatomy of young branches of 16 species of *Tamarix* from China with reference to their ecological significance [J]. *Acta Bot Yunnan* (**云南植物研究**), 25 (6): 653—662

Zhang DY (**张道远**), 2004. A cladistic ananlysis of *Tamarix* from China [J]. *Acta Bot Yunnan* (**云南植物研究**), 26 (3): 275—283

Zhang PY (**张鹏云**), Zhang YJ (**张耀甲**), 1984. A study on the taxonomy of the genus *Myricaria* Desv. in China [J]. *Bull Bot Res* (**植物研究**), 4 (2): 67—80

Zhang YM (**张元明**), Pan BR (**潘伯荣**), Yin LK (**尹林克**), 1998. Seed morphology of the Tamaricaceae from arid zone of China and its taxonomic significance [J]. *J Plant Resour Environ* (**植物资源与环境**), 7 (2): 22—27

Zhang YM (**张元明**), Pan BR (**潘伯荣**), Yin LK (**尹林克**), 2001. Pollen morphology of the Tamaricaceae from China and its taxonomic significance [J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin* (**西北植物学报**), 21 (5): 857—864